



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2017

---

## **Die Zürcher Tunnel-Technik. Furkationsmanagement adjuvant mit Gummiligaturen**

Müller, Constanze ; Zaruba, Markus ; Gartenmann, Stefanie ; Lampe-Bless, Kathrin ; Schmidlin,  
Patrick R

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-144969>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Müller, Constanze; Zaruba, Markus; Gartenmann, Stefanie; Lampe-Bless, Kathrin; Schmidlin, Patrick R (2017). Die Zürcher Tunnel-Technik. Furkationsmanagement adjuvant mit Gummiligaturen. Swiss Dental Journal, 127(10):867-875.

CONSTANCE MÜLLER<sup>1</sup>

MARKUS ZARUBA<sup>1,2</sup>

STEFANIE GARTENMANN<sup>1</sup>

KATHRIN LAMPE-BLESS<sup>1,3</sup>

PATRICK R. SCHMIDLIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie, Zentrum für Zahnmedizin, Universität Zürich

<sup>2</sup> Privatpraxis, Deutschland

<sup>3</sup> Privatpraxis, Schweiz

#### KORRESPONDENZ

Prof. Dr. Patrick R. Schmidlin  
Klinik für Präventivzahnmedizin,  
Parodontologie und Kariologie  
Zentrum für Zahnmedizin  
der Universität Zürich  
Plattenstrasse 11  
CH-8032 Zürich  
Tel. +41 44 634 32 84  
Fax +41 44 634 43 08  
E-Mail: patrick.schmidlin@zsm.uzh.ch



## Die Zürcher Tunnel-Technik

Furkationsmanagement adjuvant  
mit Gummiligaturen

#### SCHLÜSSELWÖRTER

Parodontalchirurgie, Furkationsbeteiligung,  
Furkationstherapie, Tunnelierung

**Bild oben:** Eine Gummiligatur eingelegt in die Furkation eines unteren Molaren zur nicht chirurgischen Tunnelierung

#### ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Beitrag legt den Fokus auf die parodontale Therapie furkationsbeteiligter Molaren. Der Therapieentscheid ist anspruchsvoll, da zahlreiche Faktoren berücksichtigt werden müssen. Therapeutisches Ziel ist die Wiederherstellung der uneingeschränkten Plaquekontrolle in allen durch Attachmentverlust entstandenen unzugänglichen Nischen im Bereich der Furkation. Die Tunnelierung stellt eine mögliche Therapieoption dar. Je nach Indikation erfolgt sie nicht chirurgisch (geschlossenes Scaling und Wurzelglätten) oder chirurgisch (mit offenem Scaling und Wurzelglätten, Osteo- und/oder Odontoplastik). Bei den Verfahren wird die weichgewebige und wenn nötig zusätzlich die hartgewebige Furkation ge-

öffnet, um sie für Interdentälbürstchen zugänglich zu machen. Hier können Gummiligaturen als Hilfsmittel eingesetzt werden. Diese bewirken im Rahmen der nicht chirurgischen Therapie eine Weichgewebsverdrängung während einer siebentägigen Einlage in eine Furkation mit Grad III. Im Rahmen der chirurgischen Tunnelierung können sie adjuvant eingesetzt werden, um die Furkation während der postoperativen Heilungsphase offen zu halten. Anhand von vier klinischen Beispielen wird die Systematik dieser Tunnelierungsmethoden unter Zuhilfenahme der Gummiligaturen beschrieben, und es werden Schlussfolgerungen für die Praxis gezogen.

## Einleitung

### Prävalenz und Ätiologie der Furkationsbeteiligung

Im Behandlungsalltag präsentieren sich nicht selten Molaren und Prämolaren mit fortgeschrittener Furkationsbeteiligung. Bei Patienten mit Parodontalerkrankungen haben etwa 23% der Molaren einen Furkationsgrad (FG) I, 24% einen FG II und 13% einen FG III. Dabei sind im Oberkiefer mit 72% signifikant mehr Molaren betroffen als im Unterkiefer mit 50% (DANNEWITZ ET AL. 2006). Die Sondierung der Furkation erfolgt mit der gebogenen Nabers-Sonde (z.B. PQ2N, Hu-Friedy, Chicago, USA). Sie zeigt den horizontalen Attachmentverlust in der Furkation in drei Graden (I < 3 mm, 3 mm ≤ II < 6 mm, III = durchgängig) an (HAMP ET AL. 1975). Ergänzend kann ein Grad II–III für eine horizontale Sondierungstiefe von > 6 mm bei nicht durchgängiger Furkation angegeben werden (WALTER ET AL. 2009). Ursächlich für die Entstehung der Furkationsbeteiligung mehrwurzeliger Zähne ist der Verlust von parodontalem Attachment bis zum Furkations-eingang (CLAFFEY & EGELBERG 1994). Die dadurch begünstigte Plaqueakkumulation in der entstehenden Furkationsnische kann bei für Parodontitis empfänglichen Patienten (HUYNH-BA ET AL. 2009) zu progredientem Knochenabbau innerhalb der Furkation in vertikaler und horizontaler Richtung führen (HAMP ET AL. 1975). Zu den prädisponierenden Faktoren der Furkationsbeteiligung gehören iatrogene Faktoren (überstehende Restaura-tionsränder, endodontische Perforationen) (NEWELL 1981) und anatomische Gegebenheiten. Zu Letzteren zählen ein kurzer Wurzelstamm (LARATO 1975), eine geringe Divergenz der Wurzeln, sanduhrförmige Wurzelquerschnitte, Furchen, Grate, Schmelzperlen und Schmelzprojektionen (BOWER 1979). Zudem können Pulpnekrosen zu sekundären marginalen Parodonti-tiden mit Furkationsbeteiligung führen. Diese heilen jedoch ohne zusätzliche parodontale Therapie nach der alleinigen endodontischen Therapie aus (ZEHNDER ET AL. 2002).

### Einfluss der Furkationsbeteiligung auf die Prognose

Ein FG I und ein flacher FG II haben keinen negativen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit eines Molaren oder Prä-molaren (MCGUIRE & NUNN 1996). Demgegenüber schränken ein tiefer FG II und III die Prognose der betroffenen Zähne ein, ma-chen sie aber nicht hoffnungslos (MCGUIRE & NUNN 1996).

### Nicht chirurgische Parodontaltherapie furkations-beteiligter Zähne und ihre Limitationen

Beim Vorliegen parodontaler Taschen mit Sondierungstiefen (ST) > 4 mm ist zunächst unabhängig von der Schwere der Fur-kationsbeteiligung ein geschlossenes Scaling und Wurzelglätten (SRP) zur Schaffung einer möglichst glatten, konkrementfreien, biokompatiblen Wurzeloberfläche indiziert (COBB 1996). Dieses Ziel ist in tiefen interradikulären Nischen bei FG II oder III mit SRP nicht vollständig zu erreichen (FLEISCHER ET AL. 1989), wes-halb diese Zähne zu weiterem Attachmentverlust neigen (CLAF-FEY & EGELBERG 1994). Mit einer Reihe an parodontalchirurgi-schen Massnahmen können diese speziellen anatomischen Gegebenheiten gemanagt werden (HAMP ET AL. 1975).

### Chirurgische Parodontaltherapie furkationsbeteiligter Zähne

Zu den Zielen der chirurgischen Furkationstherapie gehören die vollständige Entfernung aller harten und weichen Beläge und die Glättung aller betroffenen Wurzeloberflächen inner- und ausserhalb der Furkation (HUYNH-BA ET AL. 2009). Ausserdem sollte die ST auf ≤ 5 mm ohne Blutung auf Sondierung reduziert

werden (MATULIENE ET AL. 2008), der Zugang zu Nischen in den Furkationen für eine dauerhafte, effektive, häusliche Plaque-kontrolle durch resektive chirurgische Eingriffe geschaffen werden (HAMP ET AL. 1975), oder, falls möglich, die parodontalen Gewebe in der Furkation regeneriert werden (PONTORIERO ET AL. 1988).

Die Hauptindikation für die Wahl regenerativer Massnahmen stellen untere Molaren mit FG II von bukkal dar, aber auch Oberkiefermolaren mit FG II bukkal können mit Membranen (guided tissue regeneration, GTR), Schmelzmatrixproteinen oder Füllmaterialien und deren Kombinationen regeneriert werden. Mit hoher Sicherheit bringt dies eine Verbesserung von FG II zu FG I. Eine komplette Schliessung der Furkation (FG 0) kann allerdings nicht sicher vorausgesagt werden (SANZ ET AL. 2015). Oberkiefermolaren mit FG II approximal und Unterkie-fermolaren mit FG II lingual können nicht vorhersagbar regene-riert werden, und ein FG III stellt nach aktueller Evidenzlage eine Kontraindikation für regenerative Massnahmen dar (SANZ ET AL. 2015).

Sind regenerative Massnahmen nicht indiziert, wird der chirurgische Eingriff mit resektiven Massnahmen kombiniert (HUYNH-BA ET AL. 2009). Nicht erhaltungswürdige Teilstrukturen von Molaren können bei der Wurzelamputation, der Hemi- und Trisektion (GREEN 1986) oder der Prämolarisierung (FARSHCHIAN & KAISER 1988) entfernt werden. Dafür ist es sinnvoll, eine dif-ferenzierte «Einzelwurzelprognose» zu erstellen (SCHMIDLIN 2011). Die Voraussetzung für eine gute Langzeitprognose ist ein Restattachment an den verbleibenden Wurzeln von mindestens 50% (PARK ET AL. 2009). Bei endständigen Molaren ohne Antago-nist oder ohne mesialen Nachbarzahn mit erhöhter Mobilität und FG II oder III sollte die Extraktion erwogen werden (SAXE & CARMEN 1969).

### Die Tunnelierung

Sind jedoch alle Wurzeln eines Zahnes mit tiefem FG II oder III erhaltungswürdig, kann eine Tunnelierung den oben genannten invasiveren resektiven Verfahren vorgezogen werden (HAMP ET AL. 1975). Deren Ziel ist es, einen Zugang für Interdentaltbürst-chen zur Furkation zu schaffen. Grundvoraussetzung ist die un-eingeschränkte Erreichbarkeit des Tunnels für den Patienten (HAMP ET AL. 1975) von beiden Seiten (RÜDIGER 2001). Daher soll-ten ein Separationswinkel der Wurzeln von mehr als 30° und ein kurzer Wurzelstamm vorliegen (HAMP ET AL. 1975). Der Wurzel-stamm sollte 1/3 der Gesamtwurzellänge, was etwa 4 mm ent-spricht, nicht überschreiten (PAOLANTONIO ET AL. 1998). Erste Molaren im Unterkiefer eignen sich daher am besten für eine Tunnelierung. Bei guter Zugänglichkeit zur Furkation besteht die Indikation auch für Oberkiefer-Prämolaren und -Molaren (HAMP ET AL. 1975).

#### Die chirurgische Tunnelierung

Das Ziel der chirurgischen Tunnelierung ist es, den knöchernen Durchgang durch die Furkation zu öffnen oder zu erweitern und vertikale Knochenkrater in der Furkationsnische aufzu-lösen (HELLDEN ET AL. 1989). Zunächst wird ein Zugangslappen gebildet und das Granulationsgewebe entfernt, um die Furka-tion und den Knochendefekt darzustellen (HAMP ET AL. 1975). Mit rotierenden Instrumenten wird anschliessend die Furkation erweitert, und Knochenkrater werden aufgelöst, bis die Kno-chenanatomie annähernd konvex ist (Ostektomie/Osteoplas-tik). Zudem sollte die Wurzeloberfläche beim Vorliegen von Furchen, Graten, Schmelzperlen oder Schmelzprojektionen

mit feinen Diamanten (Perio Set, Intensiv SA, Montagnola, Schweiz) bearbeitet werden (Odontoplastik) (HAMP ET AL. 1975). Alle übrigen subgingivalen Wurzelabschnitte werden mit SRP geglättet. Beim Wundverschluss kann eine zusätzliche Einzelknopfnahse oder eine überkreuzte horizontale Matratzennaht durch die Furkation gelegt werden, um die Weichgewebe apikal zu reponieren (NEWELL 1998). Mit der gleichen Intention kann ein parodontaler Wundverband (z.B. Coe-Pak™, GC Dental, Leuven, Belgien) angelegt werden (HELLDEN ET AL. 1989). Alternativ zu Naht und Wundverband könnte eine Gummiligatur für sieben Tage postoperativ in die Furkationspassage eingelegt werden. Die Gummiligatur hält den Furkationstunnel auf ganzer Länge in Form der zylindrischen Interdentalbürstchen offen. Am Tag der Naht- und Gummiligaturentfernung könnte der Patient durch die geöffnete Passage schmerzfrei und blutungsfrei reinigen.

#### Die nicht chirurgische Tunnelierung

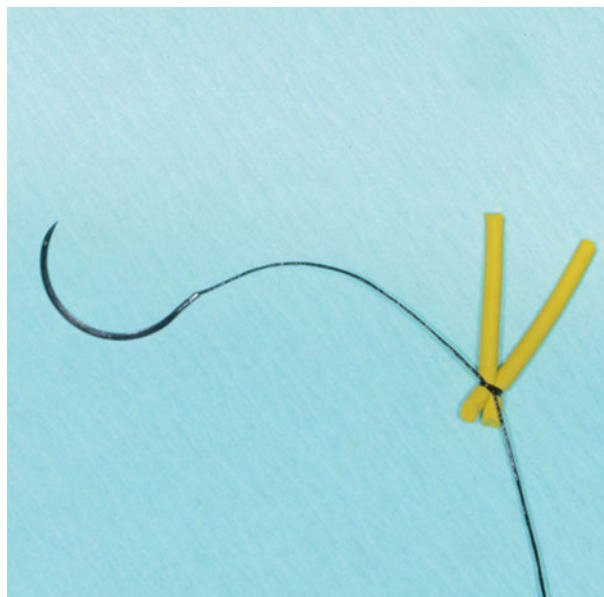
Die Tunnelierung eines Zahnes mit einem durchgängig sondierbaren FG III und einer nur durch Weichgewebe verschlossenen Furkation kommt ohne chirurgischen Eingriff aus, wenn der Knochenabbau im Bereich der Furkation rein horizontal verläuft und keine Kraterbildung aufweist (DANNEWITZ ET AL. 2006). Hier besteht die Indikation für ein nicht chirurgisches, geschlossenes SRP manuell mit Gracey-Küretten (Hu-Friedy Co., Chicago, USA) und zusätzlich mit Ultraschall-Scalern (PiezoLED, Kavo, Biberach, Deutschland). Um darüber hinaus die unzugängliche Nische innerhalb der Furkation für Mundhygienemassnahmen zugänglich zu machen, könnte das gingivale Weichgewebe statt resektiv mittels externer Gingivektomie (RAMFJORD 1952) durch die siebentägige Einlage einer Gummiligatur non-invasiv aus dem Furkationstunnel verdrängt werden. Bei der Entnahme der Gummiligatur nach einer Woche wäre der weichgewebig offene Furkationstunnel für den Patienten schmerz- und blutungsfrei mit einem Interdentalbürstchen reinigbar.

Anhand vier klinischer Fälle wird im Folgenden die Systematik der chirurgischen und der nicht chirurgischen Tunnelierung unter Zuhilfenahme der Gummiligaturen beschrieben, und es werden Schlussfolgerungen für die Praxis gezogen.

## Behandlungsbeispiele

**Grundlegendes zur Verwendung der Gummiligaturen** Gummiligaturen (Wedjets, Coltène, Whaledent AG, Altstätten, Schweiz) sind zur interproximalen Sicherung des Kofferdams aus der Kariologie bekannt. Sie können auch in der Parodontologie zur Einlage in Furkationen verwendet werden. In den Grössen S (gelb, Ø 1,3 mm) und L (orange, Ø 1,7 mm) öffnen sie einen Tunnel, der etwa einem kleinen Interdentalbürstchen entspricht (z.B. rot oder blau von TePe, Malmö, Schweden). Bei bekannter Latexallergie müssten latexfreie Gummiligaturen verwendet werden. Da die Gummiligaturen unsteril verpackt sind, sollte das zu applizierende Stück vor Gebrauch in Alkohol eingelegt werden.

Zum Einbringen in die Furkation wird ein ca. 2 cm langes Stück der Gummiligatur an einer 3-0-Naht (Supramid 3-0, Braun Medical AG, Sempach, Schweiz) mit einem Knoten fixiert (Abb. 1). Die Nadel wird stumpf durch die Furkation geführt, und die Gummiligatur wird nachgezogen, bis sie beidseitig leicht übersteht. Die Gummiligatur sollte etwa sieben Tage in situ bleiben. Nach deren Entfernung sollte der Patient über das erhöhte Kariesrisiko im Furkationstunnel aufgeklärt und über



**Abb. 1** Doppelt gelegte Gummiligatur befestigt an einer 3-0-Naht (Supramid 3-0, Braun Medical AG, Sempach, Schweiz)

den täglichen Einsatz des Interdentalbürstchens in der Furkation mit abwechselnd Corsodyl (1% CHX)- und Fluorid Gel (> 5000 ppm F-) instruiert werden (FERES ET AL. 2006). Nachkontrollen und Reinstruktionen in kurzen, individuell festgelegten Abständen sind obligat (FERES ET AL. 2006).

### Beispiel 1 – chirurgische Tunnelierung

#### Ausgangslage

Das erste Behandlungsbeispiel beschreibt die chirurgische Tunnelierung bei einem 54-jährigen Patienten mit schwerer generalisierter chronischer Parodontitis (ARMITAGE 1999).

#### Lokalfund

Zahn 27 war aufgrund des fehlenden Zahns 26 mesiorotiert (Abb. 2A). Initial zeigte 27 ST bis 9 mm, im Reevaluationsbefund nach SRP (Abb. 2B) hatten sich diese auf 6 mm reduziert, und der FG III blieb für Interdentalbürstchen unzugänglich. Die initiale Röntgenaufnahme zeigte einen Knochenverlust von mehr als 50% an Zahn 25 und 27. Der radiologische Befund der einzelnen Wurzeln von 27 war aufgrund der Überlagerungen nicht eindeutig beurteilbar, jedoch wurde ein vertikaler Knochenkrater in der Furkation vermutet (Abb. 2C).

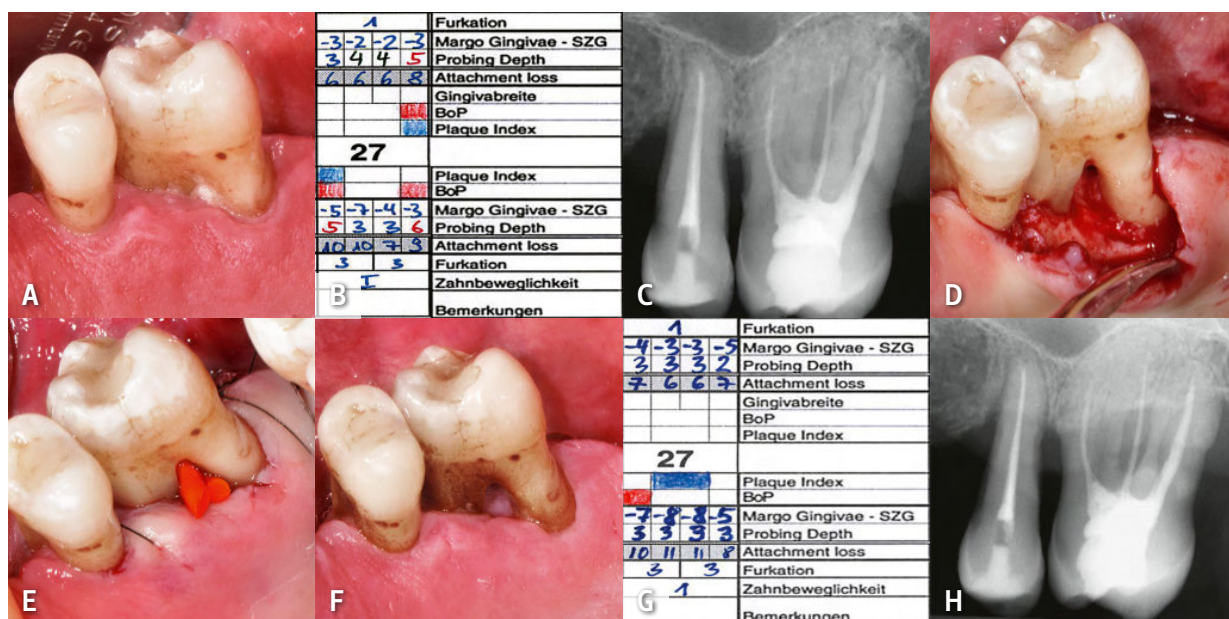
#### Einzelzahnprognose und Planung

Die Prognose des Zahnes mit nicht zugänglicher Furkation und Attachmentverlust von mehr als 50% war «unsicher», aber nicht «hoffnungslos». Eine Wurzelamputation war aufgrund des hohen Attachmentverlusts nicht indiziert (s.o.). Aufgrund der grossen Divergenz der palatinalen Wurzel, des kurzen Wurzelstamms, der Mesiorotation von 27 und der guten Zugänglichkeit wurde in der chirurgischen Behandlungsphase eine Öffnung der Furkation mit einer chirurgischen Tunnelierung geplant.

#### Chirurgische Tunnelierung

Nach Elevation des bukkalen und palatinalen Zugangslappens wurde die palatinale Furkation resektiv mit Osteo- und Odon-





**Abb. 2** Der 54-jährige Patient präsentierte bei der Reevaluation drei Monate nach SRP an Zahn 27 Resttaschen von bis zu 6 mm und einen FG III, der nicht für ein Interdentalbürstchen zugänglich war (A, B). Radiologisch beträgt der Knochenverlust mehr als 50% an Zahn 25 und 27. Die hartgewebige Situation bei 27 war nicht eindeutig beurteilbar (C). Intraoperativ zeigte sich ein Krater um die palatinale Wurzel, der mit rotierenden Instrumenten abgetragen wurde (D). Eine Gummiligatur wurde für sieben Tage postoperativ doppelt in die Furkation eingelegt (E). Ein Jahr postoperativ zeigten die klinischen und radiologischen Befunde eine kariesfreie, durchgängige palatinale Furkation und stabile parodontale Verhältnisse mit krestaler Kortikalisierung des zahntragenden Knochens (F, G, H).

toplastik erweitert und der ossäre Krater um die palatinale Wurzel aufgelöst (Abb. 2D). Ein SRP aller Wurzeloberflächen wurde durchgeführt. Nach dem Wundverschluss wurde eine Gummiligatur doppelt in die erweiterte und gereinigte Furkation eingelegt (Abb. 2E). Nach einer Woche erfolgte die Naht- und Gummiligaturentfernung, und eine zugängliche Furkation präsentierte sich.

#### Schlussbefund und Prognose

Die 1-Jahres-Befunde zeigten parodontal gesunde Verhältnisse mit ST  $\leq$  3 mm und eine karies- und plaquefreie Furkation (Abb. 2F, G, H). Die gut zugängliche Furkation ermöglichte eine optimale Plaquekontrolle. Radiologisch war eine neu gebildete Kompakta zu erkennen, was für eine Resolution des entzündlichen Prozesses spricht (RAMS ET AL. 1994).

### Beispiel 2 – chirurgische Tunnelierung

#### Ausgangslage

Im nächsten Beispiel wird eine chirurgische Tunnelierung bei einem 46-jährigen Patienten vorgestellt, der eine schwere generalisierte chronische Parodontitis aufweist und starker Raucher ist (1 Packung Zigaretten tgl. seit 30 Jahren).

#### Lokalbefund

Im Anfangsbefund zeigte Zahn 46 ST bis 9 mm vertikalen Knochenverlust und einen klinisch messbaren FG II. Bei der Reevaluation drei Monate nach SRP lag noch eine Resttasche von 8 mm über dem Furkationseingang mit positiver Blutung vor (Abb. 3A, B). Der Röntgenbefund deutete auf das Vorliegen einer durchgängigen Furkation mit FG III hin (Abb. 3C).

#### Einzelzahnprognose und Planung

Unbehandelt hatte der Zahn eine unsichere Prognose wegen der nicht reinigbaren Furkation und dem tiefen vertikalen Defekt.

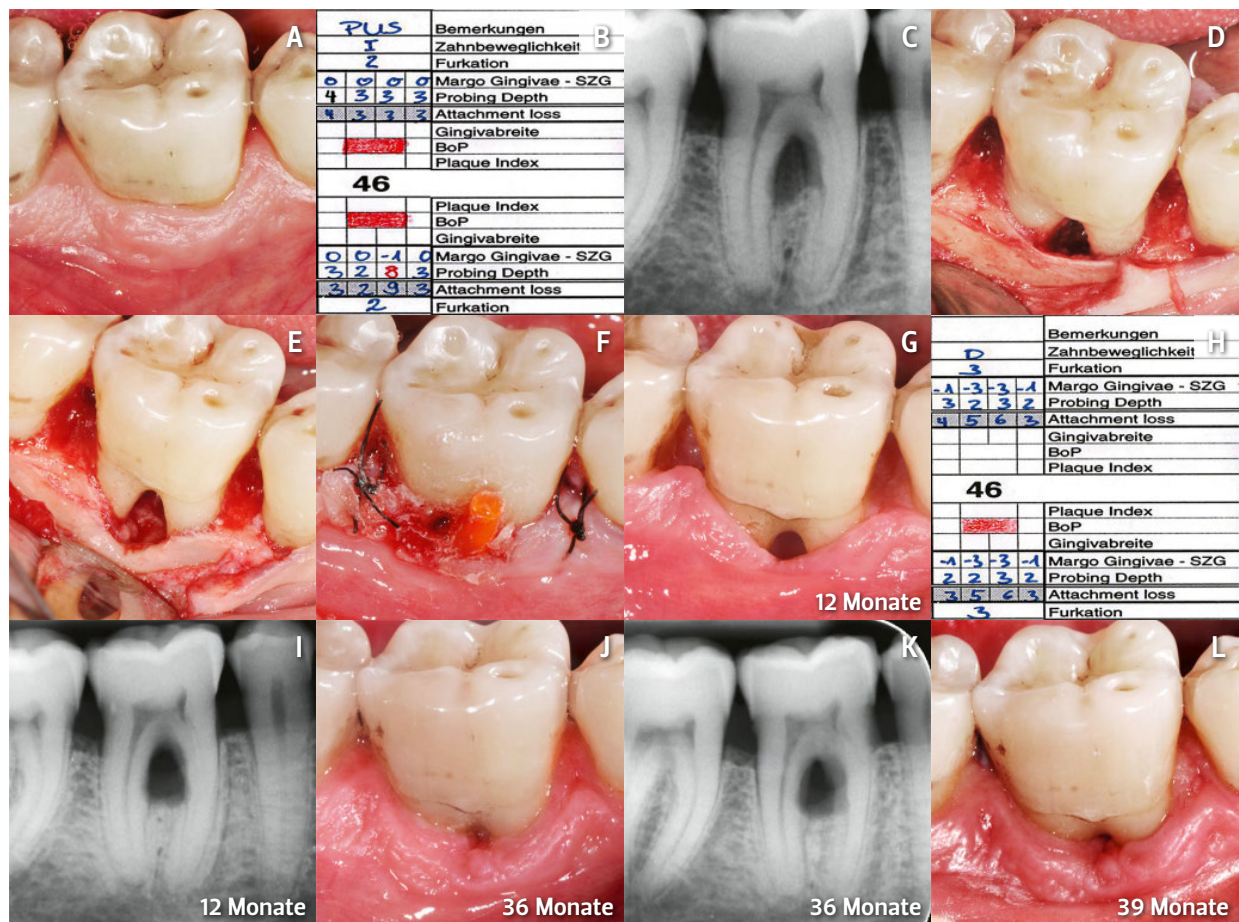
Mit SRP allein konnte die Furkation nicht zugänglich gemacht werden. Um einen Zugang zur Furkationsnische zu schaffen, war eine chirurgische Tunnelierung mit Öffnung der hartgewebigen Furkation indiziert.

#### Chirurgische Tunnelierung

Nach Elevation eines Mukoperiostlappens wurde das Granulationsgewebe im Furkationsbereich entfernt. Wie die Röntgenaufnahme vermuten liess, lag ein FG III vor. Ein vertikaler einwandiger ossärer Defekt und eine Schmelzprojektion am bukkalen Furkationseingang waren sichtbar (Abb. 3D). Der bukkale Knochenkamm wurde mit Rosenbohrern abgeflacht (Osteoplastik), und eine Odontoplastik mit vollständiger Entfernung der Schmelzauflagerung auf der Wurzeloberfläche wurde durchgeführt (Abb. 3E). Es erfolgte das SRP unter Sicht. Nach dem Wundverschluss wurde eine Gummiligatur in die Furkation gelegt und mit Histoacryl fixiert (Abb. 3F). Der Durchgang für das Interdentalbürstchen durch die Furkation war nach Naht- und Gummiligaturentfernung gebahnt. Nach zwölf Monaten zeigte sich immer noch ein gut zugänglicher Furkationstunnel (Abb. 3G). Parodontaler und radiologischer Befund bestätigten entzündungs- und kariesfreie Verhältnisse (Abb. 3H, I).

#### Schlussbefund und Prognose

Der Patient setzte das Recall zwei Jahre lang aus. 36 Monate postoperativ zeigte sich der Furkationstunnel weichgewebig geschlossen und war nicht mehr für ein Interdentalbürstchen durchgängig (Abb. 3J). Radiologisch konnte noch keine Wurzelkaries diagnostiziert werden (Abb. 3K). Durch wiederholtes Einlegen einer Gummiligatur für eine Woche nach Reinstrumentation wurde die Furkation erneut geöffnet und zeigte sich einigermassen gut zugänglich nach weiteren drei Monaten. Die fehlende Motivation von Patienten zur Reinigung tunnelierter



**Abb. 3** Zahn 46 eines 46-jährigen Patienten präsentierte nach dem SRP klinisch entzündungsfreie Verhältnisse im marginalen Parodont (A). Der initial erfasste FG II persistierte (B) ebenso wie eine ST von 8 mm am bukkalen Furkationseingang. Die initiale Röntgenaufnahme deutete auf einen FG III hin (C). Intraoperativ bestätigte sich der FG III, und ein intraossärer Knochenkrater wurde sichtbar (D). Die bukkale Knochenlamelle wurde mit rotierenden Instrumenten abgetragen (E). Nach dem Nahtverschluss erfolgte die Einlage der Gummiligatur und deren Fixation mit Histoacryl (F). Nach deren Entfernung sieben Tage später war die Furkation durchgängig und auch nach zwölf Monaten mit Interdentalbürstchen zugänglich (G). Parodontal und dental lagen gesunde Verhältnisse vor (H, I). Bei der Wiedervorstellung zwei Jahre später war ein weichgewebiger Wiederverschluss der Furkation eingetreten (J). Radiologisch konnte eine Wurzelkaries ausgeschlossen werden (K). Durch die erneute siebentägige Einlage einer Gummiligatur wurde der Tunnel weichgewebig geöffnet und zeigte sich nach 39 Monaten weiterhin zugänglich (L).

Molaren erhöht das Risiko zur Kariesentstehung in der Furkation und schränkt die Überlebenswahrscheinlichkeit der betroffenen Zähne ein (RÜDIGER 2001).

### Beispiel 3 – nicht chirurgische Tunnelierung

#### Ausgangslage

Im dritten Beispiel wird die nicht chirurgische Tunnelierung an Zahn 46 bei einer 67-jährigen Patientin demonstriert. Sie stellte sich mit einer schweren generalisierten chronischen Parodontitis vor, war zum Zeitpunkt der Befundaufnahme starke Raucherin (1 Packung Zigaretten tgl.) und zeigte eine vernachlässigte Mundhygiene (Plaque Index, PI, 75%) (O'LEARY ET AL. 1972). Zu Beginn der Hygienephase konnte der Zigarettenkonsum auf unter 10 Zigaretten/Tag und der PI auf 23% reduziert werden.

#### Lokalbefund

Zahn 46 (Abb. 4A) zeigte initial ST bis zu 9 mm, FG III bei weichgewebig geschlossener Furkation, eitriges Exsudat und Lockerungsgrad II (Abb. 4B). Radiologisch war ein horizontaler Knochenabbau mit deutlich suprakrestal liegender Furkation sichtbar. Zusätzlich imponierte mesial ein angulärer Knochen-

defekt und ein erweiterter Parodontalspalt der mesialen Wurzel (Abb. 4C), von dem jedoch keine Beschwerden ausgingen. Die Wurzeln zeigten eine grosse Divergenz unterhalb eines kurzen Wurzelstammes.

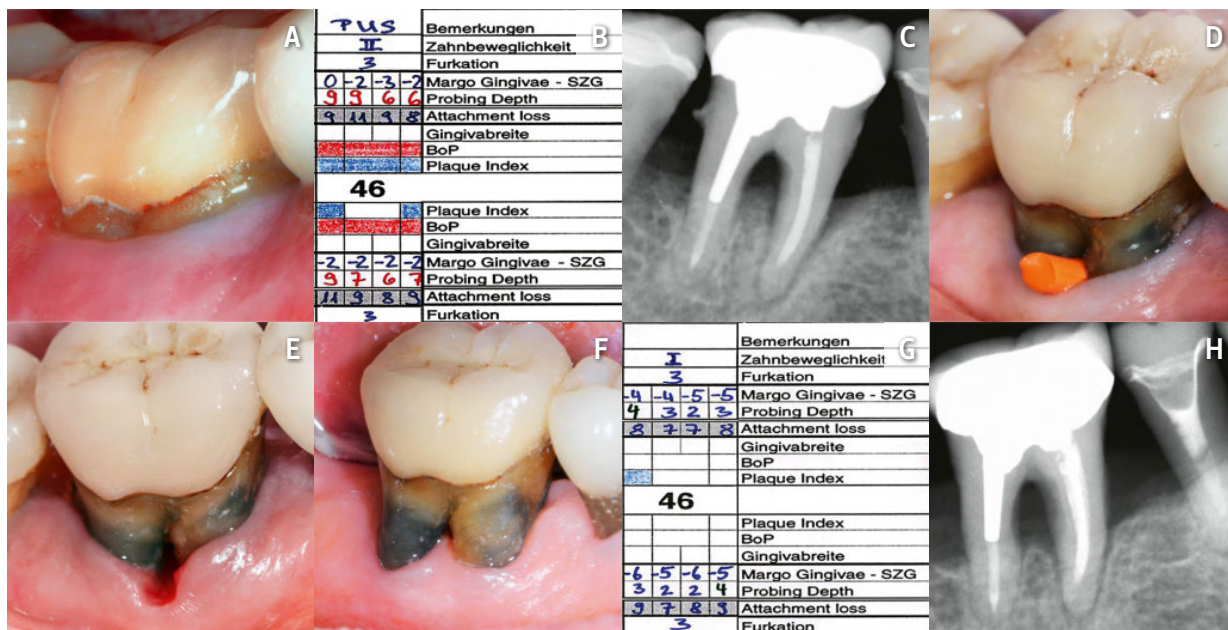
#### Einzelzahnprognose und Planung

Die initiale Prognose war als unsicher einzuschätzen wegen der unzugänglichen Furkation, der erhöhten Sondierungstiefen und des erweiterten Parodontalspalts mesial. Eine Resektion der mesialen Wurzel und eine endodontische Revision wurden wegen des geringen Restattachments von < 50% abgelehnt. Ein Zahnerhalt sollte unter minimal-therapeutischem Aufwand erfolgen. Daher entschied man sich für die nicht chirurgische Tunnelierung mit einer Gummiligatur, besonders da die Mitarbeit der Patientin gut war und die Zahn- und Knochenanatomie die Grundvoraussetzungen (s.o.) erfüllte.

#### Nicht chirurgische Tunnelierung

Zunächst wurde das SRP mit Gracey-Küretten (Hu-Friedy Co., Chicago, USA) und Ultraschall-Scalern (PiezoLED, Kavo, Biberach, Deutschland) durchgeführt. Sieben Tage post interventio-





**Abb. 4** Zahn 46 einer 67-jährigen Patientin war mit einer suffizienten Krone versorgt und zeigte eine Gingivarezeption sowie mit der bläulich lividen marginalen Gingiva deutliche Entzündungszeichen (A). Im parodontalen und radiologischen Befund (B, C) wurde ein FG III diagnostiziert. Die Gummiligatur wurde nach dem SRP in die Furkation eingelegt (D) und nach einer Woche entfernt. Ab diesem Zeitpunkt war die Furkation geöffnet und blutungsfrei mit einem Interdentalbürstchen reinigbar (E). Beim Abschlussbefund nach 1,5 Jahren (F, G) zeigten sich eine fortgeschrittene Rezeption und eine geöffnete Furkation sowie dental und parodontal gesunde Verhältnisse. Radiologisch war eine leichte Kortikalisierung des zahntragenden Knochens sichtbar (H).

nem war bereits eine Rezeption sichtbar, jedoch war die Furkation durch Weichgewebe noch verschlossen. Eine Gummiligatur wurde in die Furkation eingezogen (Abb. 4D). Bei deren Entfernung nach sieben Tagen zeigte sich der Furkationstunnel weichgewebig offen, und ein Interdentalbürstchen konnte schmerzfrei und blutungsfrei zur Reinigung von der Patientin angewandt werden (Abb. 4E).

#### Schlussbefund und Prognose

1,5 Jahre später zeigte sich die Furkation karies-, plaque- und blutungsfrei, und der Furkationstunnel war gut zugänglich (Abb. 4F). Das Parodont war entzündungsfrei (Abb. 4G). Das Abschlussröntgenbild (Abb. 4H) zeigte eine krestale Kortikalisierung und eine Ausheilung des vertikalen Defekts. Die Progression des Attachmentverlusts konnte durch Auflösung aller supra- und subgingivalen Nischen aufgehalten und damit die parodontale Prognose mit minimalem therapeutischem Aufwand verbessert werden. Der symptomfrei erweiterte Parodontalspalt mesial persistierte unverändert und sollte beobachtet werden.

#### Beispiel 4 – nicht chirurgische Tunnelierung

##### Ausgangslage

Ein 46-jähriger Patient präsentierte sich mit einer schweren generalisierten chronischen Parodontitis. Er war starker Raucher von Tabak und Cannabis ohne Motivation zum Rauchstopp, aber mit Motivation für Mundhygienemassnahmen.

##### Lokalbefund

Initial zeigte Zahn 46 eine Füllungsfraktur sowie brown spots, Verfärbungen und livide, geschwollene Interdentalpapillen (Abb. 5A). Es lagen ST bis zu 9 mm und ein FG III vor, der mit

der Nabers-Sonde tastbar war, aber einer Interdentalbürste keinen Zugang erlaubte (Abb. 5B). Der Knochenverlauf war horizontal, der Wurzelstamm kurz und der Separationswinkel der Wurzeln grösser als 30° (Abb. 5C).

##### Einzelzahnprognose und Planung

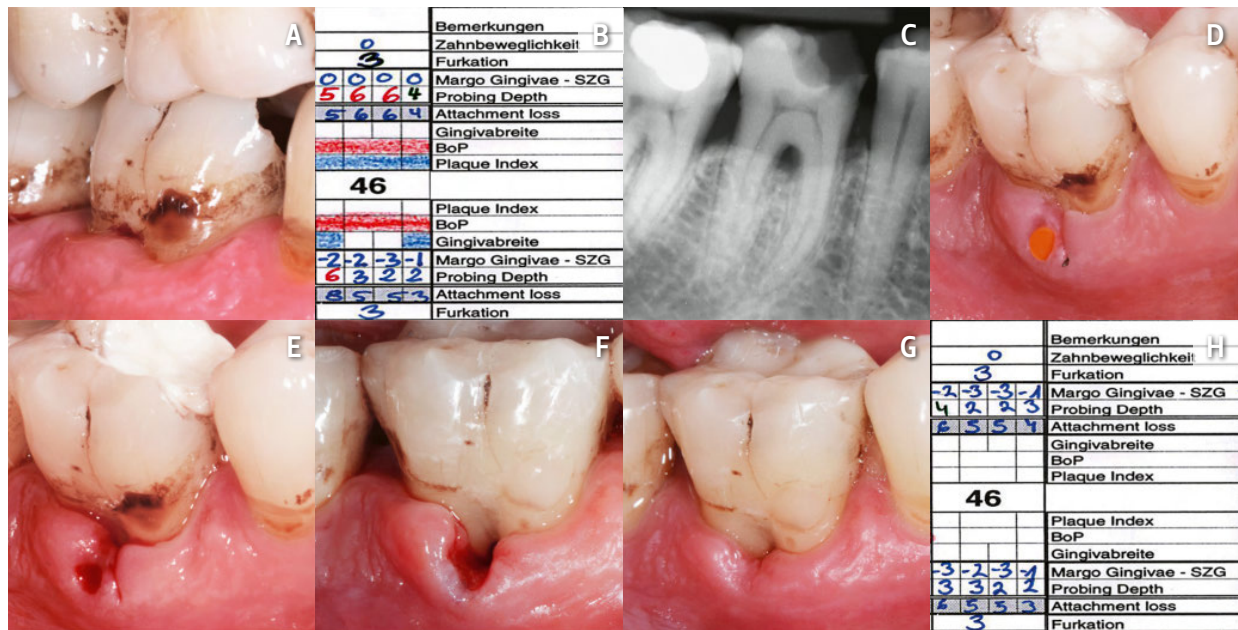
Wegen der unzugänglichen Furkation FG III und der hohen ST wurde die Prognose von Zahn 46 als unsicher eingestuft. Zudem waren das Raucherverhalten sowie die Plaqueretention aufgrund der Füllungsfraktur Faktoren, welche die Prognose ungünstig beeinflussen. Neben der konservierenden Vorbehandlung wurde die nicht chirurgische Tunnelierung bei gegebenen Voraussetzungen (s.o.) geplant.

##### Nicht chirurgische Tunnelierung

Nach provisorischer, konservierender Vorbehandlung und Zahnreinigungen mit Mundhygieneinstruktionen wurde im Anschluss an das SRP unter Anästhesie die Gummiligatur in die Furkation eingelegt (Abb. 5D). Bei der Kontrolle nach sieben Tagen hatte sich eine Weichgewebsbrücke koronal der Ligatur gebildet (Abb. 5E), die nach Gummiligaturentnahme unter Terminalanästhesie mit einem Elektrotom entfernt wurde. Die Weichgewebe zeigten nach zehn Tagen eine prominente Einbuchtung im Bereich der Furkation und Reduktion der befestigten Gingiva. Die Furkation war aufgrund täglicher häuslicher Reinigung gut durchgängig (Abb. 5F). Zwei definitive direkte Composite-Versorgungen (Filtek Supreme XT, A3,5, 3M-ESPE, St. Paul, Minnesota, USA) wurden gelegt.

##### Schlussbefund und Prognose

Die Gingiva hatte sich bis zur Schlusskontrolle nach 14 Monaten unter Zunahme der keratinisierten Gingiva nivelliert. Bei den



**Abb. 5** Zahn 46 eines 46-jährigen Patienten wies initial eine arretierte kariöse Läsion am Zahnhals und eine okklusale Füllungsfraktur auf. Die Gingiva zeigte bei dem starken Raucher (> 20 Zigaretten) keine klinisch sichtbaren Entzündungszeichen (A). Die Befunde (B, C) ergaben erhöhte ST und einen FG III. SRP wurde nach provisorischer Versorgung der okklusalen Läsion durchgeführt, und die Gummiligatur wurde in der Furkation platziert. Nach sieben Tagen war diese beidseits von Gingiva umschlossen (D). Die Gummiligatur wurde entnommen (E) und die «Gingivabrücke» entfernt. Nach zehn Tagen täglicher Anwendung der Interdentalbürstchen zeigte sich die Furkation zugänglich, aber das Band keratinisierter Gingiva war reduziert. Der Zahn wurde mit direkten Compositefüllungen konservierend versorgt (F). Über einen 14-monatigen Zeitraum blieb die Furkation kariesfrei und mit Interdentalbürstchen putzbar, das Gingivaprofil nivellierte sich unter Zunahme der keratinisierten Gingiva (G). Der Parodontalstatus zeigte abschliessend ein entzündungsfreies Parodont (H).

dreimonatlichen Kontrollen zeigte sich die dentale und parodontale Situation entzündungs- und kariesfrei (Abb. 5G, H). Bei weiterer gründlicher Reinigung der Furkationsnische ist die Prognose des Zahnes als sicher einzustufen. Allerdings hat der Patient als starker Raucher (> 20 Zigaretten tgl.) ein etwa sechsfach erhöhtes Risiko für die erneute Zunahme der Taschentiefe im Vergleich zu Nichtrauchern (MATULIENE ET AL. 2008).

## Diskussion

Die hier vorgestellte Methode zeigt die adjuvante Verwendung von Gummiligaturen im Rahmen der nicht chirurgischen oder chirurgischen Tunnelierung von oberen und unteren Molaren. Die Methode zielt auf das Verdrängen und Remodellieren der Weichgewebe innerhalb der Furkation ab und damit auf die minimalinvasive Öffnung bzw. das Offenhalten der Furkation für den Zugang der Interdentalbürstchen.

Vor der Wahl der Behandlungsmethode bei furkationsbeteiligten Zähnen ist die präzise Diagnosestellung entscheidend (WALTER ET AL. 2011). Die klinische Messung mit der Nabers-Sonde zeigt zwar eine gute Validität (EICKHOLZ & KIM 1998), birgt allerdings das Risiko, die tatsächliche Furkationstiefe zu unterschätzen (GRAETZ ET AL. 2014) (vgl. Beispiel 2, Abb. 3). Radiologische Aufnahmen können die klinische Diagnostik unterstützen. Allerdings ist die korrekte Interpretation von Zahnfilmen durch Variationen in der Wurzelanatomie und im Oberkiefer durch Überlagerung mit der palatinalen Wurzel erschwert (vgl. Beispiel 1, Abb. 2C) (DEAS ET AL. 2006). Daher stimmen klinischer, intraoperativer und radiologischer Befund häufig nicht überein (GRAETZ ET AL. 2014). Die weiterführende dreidimensionale Bildgebung mit der digitalen Volumentomographie (DVT) liefert eine präzisere Darstellung von intraossären Defekten und Furkationsdefekten (WALTER ET AL. 2016). Der Einsatz ist aber nur

dann sinnvoll, wenn aufwendige Sanierungen zusätzlich zu resektiven parodontalchirurgischen Massnahmen wie endodontische und/oder prothetische Versorgungen notwendig sind und das Orthopantomogramm und der konventionelle Zahnfilm zusammen mit der klinischen Untersuchung keine ausreichend genaue Diagnostik und Therapieplanung erlauben (WALTER ET AL. 2011).

Die chirurgische und die nicht chirurgische Tunnelierung fallen nicht unter dieses Kriterium, da sie mit moderatem finanziellem und interventionellem Aufwand auskommen: Der Zahn bleibt in toto erhalten, das Endodont wird vital belassen, und eine prothetische Versorgung ist nicht erforderlich (NEWELL 1981).

Bei der nicht-chirurgischen Tunnelierung, bei der die Furkation bereits als FG III sondierbar und folglich in Bezug auf das Hartgewebe offen ist und ein horizontaler Knochenverlust vorliegt, kann letztlich ganz auf die parodontalchirurgische Massnahme verzichtet werden (DANNEWITZ ET AL. 2006). Es reicht aus, nach einem gründlichen SRP mit manuellen und Ultraschallinstrumenten den Furkationstunnel weichgewebig zu öffnen. Dazu kann herkömmlich eine externe Gingivektomie unter Anästhesie durchgeführt werden (RAMFJORD 1952). Die Einlage einer Gummiligatur kann eine Alternative darstellen, bei der das Weichgewebe aus der Furkation verdrängt und nicht exziiert wird. Der Tunneldurchmesser ist anschliessend auf kleine Interdentalbürstchen abgestimmt. Falls sich wie in Beispiel 4 (Abb. 5D) eine feine Gingivabrücke koronal der Gummiligatur bildet, kann diese lokal mit einem Elektrotom unter Anästhesie entfernt werden, ohne dass dies die Reinigung durch den geöffneten Tunnel beeinträchtigen würde. Die Erfahrung zeigt weiterhin, dass die Plaqueanlagerung an den Gummiligaturen minimal ist, da die Patienten in dieser postinterventionellen



Phase nach SRP mit 0,2%igem Chlorhexidin (Chlorhexamed, GlaxoSmithKline, Middlesex, Grossbritannien) spülen (LANG & BRECX 1986).

Auch Patienten, bei denen ein chirurgischer Eingriff aus allgemeinmedizinischen oder psychologischen Gründen oder wegen mangelnder Mitarbeit oder finanzieller Engpässe umgangen werden sollte (NEWELL 1998), könnten nach dem Prinzip *primum nihil nocere* von dieser Methode profitieren. Zudem könnten Zähne mit fraglicher Prognose (ungünstiges Kronen/Wurzelverhältnis, Mobilität > 2) (MATULIENE ET AL. 2008) nicht chirurgisch mit der Gummiligatur-Methode tunneliert werden.

Allerdings ist zu bedenken, dass kein SRP unter Sicht stattfindet, was das Behandlungsergebnis negativ beeinflussen könnte (FLEISCHER ET AL. 1989). Wenn daher vertikale Knochendefekte vorliegen, ist die chirurgische Tunnelierung erforderlich (GREEN 1986). In diesem Fall kann eine Gummiligatur postoperativ eingelegt werden mit dem Ziel, das Einwachsen des Granulationsgewebes während der Heilungsphase in den chirurgisch geöffneten Tunnel zu verhindern.

Bei den beiden Verfahren der chirurgischen und der nicht chirurgischen Tunnelierung mit Gummiligaturen sollte beachtet werden, dass während der Verdrängung des Weichgewebes aus der Furkation befestigte Gingiva verloren gehen kann und somit bei schmaler befestigter Gingiva die Methode kontraindiziert ist. Eine Mindestbreite an keratinisierter Gingiva von 2 mm sollte jederzeit erhalten bleiben (GOLDMAN 1950).

Des Weiteren sollte mit dem Auftreten postoperativer Hypersensibilitäten an freilegenden Wurzeloberflächen gerechnet werden (HAMP ET AL. 1975), die durch die Applikation von zinnfluorid-, strontium-, kalzium-natrium-phosphosilikat- oder argininhaltigen Zahnpasten gelindert werden können (WEST ET AL. 2015).

Da es sich bei einer Gummiligatur um einen Fremdkörper handelt, besteht grundsätzlich das Risiko, dass das umliegende Gewebe mit einer Entzündungsreaktion antwortet. Theoretisch müsste auch ein gingivaler Abszess als schwerwiegendere Komplikation in Betracht gezogen werden (MENG 1999). In diesem Fall müsste die Ligatur sofort entfernt und der Abszess je nach Schweregrad mit mechanischer Reinigung und antiseptischer Spülung behandelt werden. Bei den Autoren ist im Zusammenhang mit dieser Behandlungsmethode allerdings bis dato keine derartige Reaktion aufgetreten.

Für tunnelierte Molaren liegen Erfolgsraten von 84% und 93% über fünf bzw. sechs Jahre vor (LITTLE ET AL. 1995; DANNEWITZ ET AL. 2006). Über einen mittleren Zeitraum von zwölf Jahren konnten Dannewitz et al. nur noch eine Überlebensrate von 63% nachweisen (DANNEWITZ ET AL. 2016). Die gleiche Studie identifizierte den FG III im Anfangsbefund als relevantesten zahnbezogenen Faktor für den Zahnverlust im Lauf der posttherapeutischen Erhaltungstherapie. Weiterhin beschrieben die Autoren

für die resektive Chirurgie und die Tunnelierung unter allen anderen parodontalchirurgischen Interventionen die häufigsten Misserfolge (DANNEWITZ ET AL. 2016).

Hauptursache für Misserfolge bei tunnelierten Molaren ist die Entstehung von Wurzelkaries im Bereich des Furkationstunnels (HAMP ET AL. 1975). Grundvoraussetzung für die Tunnelierung sollte daher die Geschicklichkeit und optimale Mitarbeit des Patienten sein (NEWELL 1981). Hochkonzentrierte Fluorid (> 5000 ppm F<sup>-</sup>) und Chlorhexidingels (1%) sollten im täglichen Wechsel (FERES ET AL. 2006) appliziert werden und die Teilnahme an der regelmässigen individuellen Nachsorge gesichert sein (COSTA ET AL. 2014). Das Recallintervall sollte drei Monate betragen (MATULIENE ET AL. 2008).

Zähne können trotz schwerer Furkationsbeteiligung mit parodontalchirurgischen Therapieoptionen und regelmässigem Recall über eine lange Zeit erhalten werden und sollten daher nicht zu früh aufgegeben und gegen Implantate ersetzt werden (NEWELL 1998). Dabei ist zu bedenken, dass Implantate bei Patienten mit parodontaler Vorgeschichte und Resttaschen ein etwa fünffach höheres Periimplantitisrisiko aufweisen als Implantate bei parodontal Gesunden (HEITZ-MAYFIELD ET AL. 2014).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der adjuvante Einsatz von Gummiligaturen bei der nicht chirurgischen Tunnelierung eine zeit- und kostengünstige Methode zur weichgewebigen Eröffnung der Furkation von Molaren mit FG III darstellen kann. Ist die chirurgische Tunnelierung indiziert, können Gummiligaturen die chirurgische Technik ergänzen.

## Abstract

MÜLLER C, ZARUBA M, GARTENMANN S, LAMPE-BLESS K, SCHMIDLIN P R: **The Zuerich tunnel technique – furcation management with the adjuvant use of rubber ligatures** (in German). SWISS DENTAL JOURNAL SSO 127: 867–875 (2017)

The treatment of furcation-involved teeth represents a demanding task for the clinician. Different regenerative and resective surgical techniques are available. Among the latter, the tunneling technique is known for its minimal invasiveness because neither endodontic nor prosthetic restorative treatment have to be performed. A modification of the tunneling technique has been developed using rubber ligatures. The ligature may be inserted in the furcation for a period of seven days in order to perform a tunneling of a molar with an already existing osseous grade III furcation. Thus the soft tissue is forced to form an open canal, which is accessible for an interdental brush afterwards. If a surgical treatment is required to open the affected furcation, the rubber ligature may serve as a valuable tool to impede the soft tissues from recolonizing the tunnel during the seven days healing period. Clinical examples are presented and the implications for the daily practice are explained.

## Literatur

- ARMITAGE G C: Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. *Ann Periodontol* 4: 1–6 (1999)
- BOWER R C: Furcation morphology relative to periodontal treatment. Furcation entrance architecture. *J Periodontol* 50: 23–27 (1979)
- CLAFFEY N, EGELBERG J: Clinical characteristics of periodontal sites with probing attachment loss following initial periodontal treatment. *J Clin Periodontol* 21: 670–679 (1994)
- COBB C M: Non-surgical pocket therapy: mechanical. *Ann Periodontol* 1: 443–490 (1996)
- COSTA F O, LAGES E J, COTA L O, LORENTZ T C, SOARES R V, CORTELLI J R, WENNSTRÖM J L: Tooth loss in individuals under periodontal maintenance therapy: 5-year prospective study. *J Periodontol* 49: 121–128 (2014)
- DANNEWITZ B, KRIEGER J K, HUSING J, EICKHOLZ P: Loss of molars in periodontally treated patients: a retrospective analysis five years or more after active periodontal treatment. *J Clin Periodontol* 33: 53–61 (2006)
- DANNEWITZ B, ZEIDLER A, HÜSING J, SAURE D, PFEFFERLE T, EICKHOLZ P, PRETZL B: Loss of molars in periodontally treated patients: results 10 years and more after active periodontal therapy. *J Clin Periodontol* 43: 53–62 (2016)
- DEAS D E, MORITZ A J, MEALEY B L, McDONNELL H T, POWELL C A: Clinical reliability of the “furcation arrow” as a diagnostic marker. *J Periodontol* 77: 1436–1441 (2006)
- EICKHOLZ P, KIM T S: Reproducibility and validity of the assessment of clinical furcation parameters as related to different probes. *J Periodontol* 69: 328–336 (1998)
- FARSHCHIAN F, KAISER D A: Restoration of the split molar: bicuspidization. *Am J Dent* 1: 21–22 (1988)
- FERES M, ARAUJO M W, FIGUEIREDO L C, OPPERMANN R V: Clinical evaluation of tunneled molars: a retrospective study. *J Int Acad Periodontol* 8: 96–103 (2006)
- FLEISCHER H C, MELLONIG J T, BRAYER W K, GRAY J L, BARNETT J D: Scaling and root planing efficacy in multirooted teeth. *J Periodontol* 60: 402–409 (1989)
- GOLDMAN H M: The development of physiologic gingival contours by gingivoplasty. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 3: 879–888 (1950)
- GRAETZ C, PLAUMANN A, WIEBE J F, SPRINGER C, SALZER S, DORFER C E: Periodontal probing versus radiographs for the diagnosis of furcation involvement. *J Periodontol* 85: 1371–1379 (2014)
- GREEN E N: Hemisection and root amputation. *J Am Dent Assoc* 112: 511–518 (1986)
- HAMP S E, NYMAN S, LINDHE J: Periodontal treatment of multirooted teeth. Results after 5 years. *J Clin Periodontol* 2: 126–135 (1975)
- HEITZ-MAYFIELD L J, NEEDLEMAN I, SALVI G E, PIJETURSSON B E: Consensus statements and clinical recommendations for prevention and management of biologic and technical implant complications. *Int J Oral Maxillofac Implants* 29 Suppl: 346–350 (2014)
- HELLDEN L B, ELLIOT A, STEFFENSEN B, STEFFENSEN J E: The prognosis of tunnel preparations in treatment of class III furcations. A follow-up study. *J Periodontol* 60: 182–187 (1989)
- HUYNH-BÀ G, KUONEN P, HOFER D, SCHMID J, LANG N P, SALVI G E: The effect of periodontal therapy on the survival rate and incidence of complications of multirooted teeth with furcation involvement after an observation period of at least 5 years: a systematic review. *J Clin Periodontol* 36: 164–176 (2009)
- LANG N P, BREXCH M: Chlorhexidine digluconate. An agent for chemical plaque control and prevention of gingival inflammation. *J Periodontol Res* 21, Suppl 16: 74–89 (1986)
- LARATO D C: Some anatomical factors related to furcation involvements. *J Periodontol* 46: 608–609 (1975)
- LITTLE L A, BECK F M, BAGGI B, HORTON J E: Lack of furcal bone loss following the tunneling procedure. *J Clin Periodontol* 22: 637–641 (1995)
- MATULIENE G, PIJETURSSON B E, SALVI G E, SCHMIDLIN K, BRÄGGER U, ZWAHLEN M, LANG N P: Influence of residual pockets on progression of periodontitis and tooth loss: results after 11 years of maintenance. *J Clin Periodontol* 35: 685–695 (2008)
- MCGUIRE M K, NUNN M E: Prognosis versus actual outcome. III. The effectiveness of clinical parameters in accurately predicting tooth survival. *J Periodontol* 67: 666–674 (1996)
- MENG H X: Periodontal abscess. *Ann Periodontol* 4: 79–83 (1999)
- NEWELL D H: Current status of the management of teeth with furcation invasions. *J Periodontol* 52: 559–568 (1981)
- NEWELL D H: The diagnosis and treatment of molar furcation invasions. *Dent Clin North Am* 42: 304–337 (1998)
- O’LEARY T J, DRAKE R B, NAYLOR J E: The plaque control record. *J Periodontol* 43: 38 (1972)
- PAOLANTONIO M, DI PLACIDO G, SCARANO A, PIATTELLI A: Molar root furcation: morphometric and morphologic analysis. *Int J Periodontics Restorative Dent* 18: 488–501 (1998)
- PARK S Y, SHIN S Y, YANG S M, KYE S B: Factors influencing the outcome of root-resection therapy in molars: a 10-year retrospective study. *J Periodontol* 80: 32–40 (2009)
- PONTORIERO R, LINDHE J, NYMAN S, KARRING T, ROSENBERG E, SANAVI F: Guided tissue regeneration in degree II furcation-involved mandibular molars. A clinical study. *J Clin Periodontol* 15: 247–254 (1988)
- RAMFJORD S: Gingivectomy – Its Place in Periodontal Therapy. *J of Periodontol* 23: 30–38 (1952)
- RAMS T E, LISTGARTEN M A, SLOTS J: Utility of radiographic crestal lamina dura for predicting periodontitis disease-activity. *J Clin Periodontol* 21: 571–576 (1994)
- RÜDIGER S G: Mandibular and maxillary furcation tunnel preparations – literature review and a case report. *J Clin Periodontol* 28: 1–8 (2001)
- SANZ M, JEPSEN K, EICKHOLZ P, JEPSEN S: Clinical concepts for regenerative therapy in furcations. *Periodontol* 2000 68: 308–332 (2015)
- SAXE S R, CARMEN D K: Removal or retention of molar teeth: the problem of the furcation. *Dent Clin North Am* 13: 783–790 (1969)
- SCHMIDLIN P R: Sekundäreffekte der Parodontaltherapie. *Wissen Kompakt* 5: 13–21 (2011)
- WALTER C, KANER D, BERNDT D C, WEIGER R, ZITZMANN N U: Three-dimensional imaging as a pre-operative tool in decision making for furcation surgery. *J Clin Periodontol* 36: 250–257 (2009)
- WALTER C, SCHMID J C, DULA K, SCULEAN A: Cone beam computed tomography (CBCT) for diagnosis and treatment planning in periodontology: A systematic review. *Quintessence Int.* 47: 25–37 (2016)
- WALTER C, WEIGER R, ZITZMANN N U: Periodontal surgery in furcation-involved maxillary molars revisited – an introduction of guidelines for comprehensive treatment. *Clin Oral Invest* 15: 9–20 (2011)
- WEST N X, SEONG J, DAVIES M: Management of dentine hypersensitivity: efficacy of professionally and self-administered agents. *J Clin Periodontol* 42 Suppl 16: 256–302 (2015)
- ZEHNDER M, GOLD S I, HASSELGREN G: Pathologic interactions in pulpal and periodontal tissues. *J Clin Periodontol* 29: 663–671 (2002)